



JURNAL RONA TEKNIK PERTANIAN
ISSN : 2085-2614; e-ISSN 2528 2654
JOURNAL HOMEPAGE : <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/RTP>



Rancang Bangun dan Uji Kinerja Pengereng Tipe Efek Rumah Kaca Dengan Saluran Pengarah Udara Panas

Suhendra¹⁾, Feby Nopriandy¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Sambas, Kalimantan Barat

Email : aka.suhendra@yahoo.com

Abstrak

Proses pengeringan bahan pertanian dengan pengereng menggunakan rak statis umumnya mengalami permasalahan pada distribusi suhu yang tidak seragam. Kondisi ini menyebabkan kualitas hasil pengeringan tidak seragam. Upaya mengatasi permasalahan tersebut salah satunya dengan merancang bangun dan melakukan uji kinerja pengereng tipe efek rumah kaca yang dilengkapi saluran pengarah udara panas. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan desain pengereng tipe efek rumah kaca dengan tambahan saluran pengarah udara panas dalam ruang pengereng dengan variasi kecepatan aliran udara panas. Pengambilan data dimulai dari pukul 08.00 sampai 16.00 dengan selang waktu pengambilan data setiap 60 menit. Berdasarkan hasil pengujian pengereng tipe efek rumah kaca dengan pengarah udara panas hasil rancang bangun dapat berfungsi dengan baik dalam mendistribusikan udara panas dalam ruang pengereng. Pengujian pengereng tanpa beban menunjukkan distribusi udara panas dalam ruang pengereng sangat seragam dengan perbedaan temperatur terbesar 0,5 °C antara posisi di atas rak 1 dan di bawah rak 3. Pengujian pengereng dengan beban menunjukkan terdapat sedikit fluktuasi temperatur dalam ruang pengereng dengan perbedaan temperatur terbesar 3,4 °C antara posisi di atas rak 1 dan di bawah rak 3. Pengujian pengereng dengan kipas pengarah hidup lebih seragam dimana penyimpangan temperatur terbesar adalah 3,3 °C sedangkan pada kondisi kipas pengarah mati besar penyimpangan temperatur terbesar adalah 4,1 °C. Pengujian dengan kipas pada saluran buang hidup lebih seragam dimana penyimpangan temperatur terbesar adalah 3,7 °C sedangkan pada kondisi kipas mati besar penyimpangan temperatur terbesar adalah 4,0 °C.

Kata kunci : Distribusi temperature; pengereng; saluran pengarah

Design And Performance Testing of Solar Dryer with Hot Air Direction Channel

Suhendra^{1*)}, Feby Nopriandy¹⁾

¹⁾Department of Mechanical Engineering, Sambas State of Polytechnic

Email : aka.suhendra@yahoo.com

Abstract

The drying for agricultural product with dryer using static racks generally has problems with uniform temperature distribution. That condition causes the quality of drying result is not uniform. To overcome these problems done by design, construction and testing of performance the solar dryer equipped hot air direction channel. This research was conducted to develop solar dryer equipped hot air direction channel in the drying chamber with variation of hot air flow velocity. The data collection starts from 08.00 to 16.00 with the interval of data collection every 60 minutes. The results of the performance, dryer can works well in distributing hot air in the drying chamber. Performance of dryer without load shows the distribution of hot air in the drying chamber is very uniform with the largest temperature difference being the temperature above the rack 1 and below the rack 3 of 0.5 °C. Performance of dryer with load show a slight fluctuation of temperature in the drying chamber with the largest temperature difference being in the temperature above the rack 1 and below the rack 3 is 3.4 °C. Performance of dryer with the fan of direction channel is turn on give more uniform with the largest temperature difference is 3.3 °C whereas conditions of fan is turn off the largest temperature difference is 4.1 °C. Performance with exhaust fan is turn on give more uniform with the largest temperature difference is 3.7 °C whereas conditions of fan is turn off the largest temperature difference is 4.0 °C.

Keywords : Distribution of temperature; drye; direction channel

PENDAHULUAN

Pengeringan merupakan suatu proses yang menggunakan energy panas untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam bahan yang dikeringkan. Sumber panas yang digunakan untuk proses pengeringan dapat diperoleh dari sinar matahari, proses pembakaran dan energi listrik. Sumber panas berupa energi matahari yang berlimpah, mudah diperoleh dan sifatnya yang ramah lingkungan, menjadikan energi matahari banyak dimanfaatkan dalam proses pengeringan bahan pertanian. Menurut Prasad *et al.* (2006), energi matahari merupakan salah satu energi alternatif dengan pemanfaatan yang tinggi disebabkan ketersedianya di daerah tropis tak terbatas.

Pengering tipe rak banyak digunakan untuk pengeringan karena disain yang simpel dan ekonomis. Kelemahan terbesar dari pengering tipe rak adalah tidak meratanya sebaran suhu pada ruang pengering (Misha *et al.* 2013). Temperatur pada rak yang dekat saluran masuk udara panas akan lebih tinggi dari temperatur rak yang dekat saluran keluar.

Permasalahan yang terjadi dalam proses pengeringan dengan ruang pengering menggunakan rak statis adalah distribusi suhu dan kelembaban dalam ruang pengering tidak seragam. Hal ini disebabkan oleh distribusi kecepatan aliran udara panas dalam ruang pengering tidak sama. Kondisi ini menyebabkan tingkat kandungan air pada bahan pangan di setiap rak tidak sama sehingga kualitas bahan hasil pengeringan tidak

seragam. Menurut Dyah dkk. (2003), ketidakseragaman distribusi aliran udara dan suhu pada proses pengeringan mengakibatkan kemungkinan hilangnya udara panas dari ruang pengering sebelum melewati produk, dan pemborosan energi tidak terelakkan lagi.

Berbagai penelitian telah dilakukan dengan cara pengujian atau simulasi aliran udara panas untuk mengetahui distribusi sebaran panas dalam ruang pengering. Susilo dan Okaryanti (2012), menyatakan bahwa penggunaan kipas pada mesin pengering *hybrid* memberikan sebaran suhu yang lebih baik dibandingkan mesin pengering *hybrid* tanpa kipas. Nafis dkk. (2015) melakukan modifikasi penambahan plat dan penambahan saluran keluar di bagian bawah pada kecepatan alir udara kipas 3,7 m/s, dengan hasil selisih temperatur pada tiap traynya adalah 2,5%. Juhan dan Syarif (2012), melakukan pengujian tanpa bahan uji pada pengering dengan panas bersumber dari dapur, hasilnya beda temperatur antara rak 1 dan rak 6 mencapai 3 – 4 °C yang dicapai setelah pemanasan selama 90 menit dengan perlakuan pengarah awal tidak berlubang, saluran pengarah besudut 15° dan sudut atap cerobong 15°. Widodo (2009), melakukan simulasi dan mendapatkan pola aliran udara optimal dengan suhu ruang tertinggi 43,5 °C dan deviasi standar 2,2 °C dengan kecepatan tertinggi dalam ruang pengering 0,12 m/s dan deviasi standar 0,15 m/s didesain pengering berbentuk persegi panjang dengan dinding berbentuk limas terpancung pada salah satu sisinya (sebagai *outlet*). Inlet berada pada bagian tengah dinding yang berseberangan.

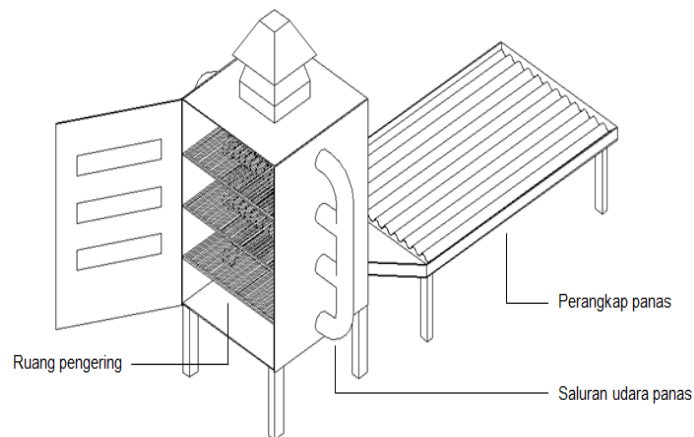
Berdasarkan latar belakang sebelumnya, kinerja pengeringan sangat dipengaruhi oleh distribusi udara panas dalam ruang pengering. Pengering tipe efek rumah kaca (ERK) memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber panas sehingga temperatur udara panas dalam ruang pengering akan berfluktuasi tergantung dari waktu, cuaca, musim dan lokasi.

Analisis keseragaman distribusi suhu pada pengering tipe ERK dengan rak statis dilakukan melalui kajian eksperimental dengan mendesain pengering tipe ERK dan melakukan uji kinerja alat. Pengering dibuat menggunakan saluran pengarah udara panas dalam ruang pengering, serta melakukan pengaturan kecepatan kipas agar sebaran udara panas dapat dikontrol. Tujuan penelitian adalah mengembangkan desain pengering tipe ERK dengan tambahan saluran pengarah udara panas dalam ruang pengering serta melakukan uji kinerja pada pengering tersebut dengan pengaturan kecepatan aliran udara panas.

METODE PENELITIAN

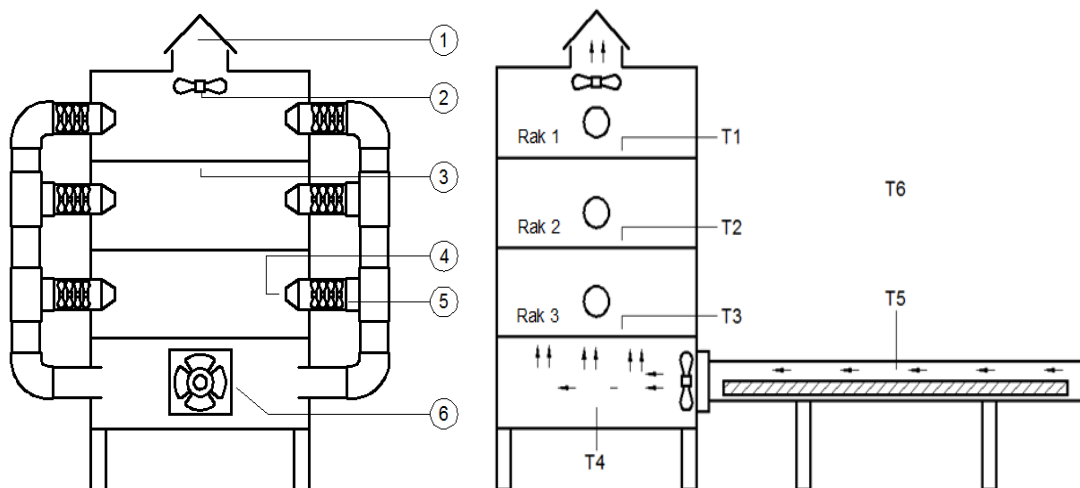
Desain Pengering

Pelaksanaan penelitian meliputi rancang bangun dan uji kinerja pengering tipe ERK dengan saluran pengarah udara panas dilakukan di bengkel permesinan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sambas. Tahap pelaksanaan penelitian meliputi perancangan, pembuatan, uji kinerja, pengambilan data dan analisis data. Pada Gambar 1 diperlihatkan desain pengering tipe ERK yang akan dibuat.



Gambar 1. Desain pengering tipe ERK yang akan dirancang bangun

Ruang pengering yang dirancang bangun di desain memiliki dimensi 80 x 80 x 120 cm. Dinding ruang pengering terbuat dari multiplek yang dilapisi *styrofoam* agar panas di dalam ruang pengering dapat dipertahankan. Aliran udara panas disalurkan dengan saluran pengarah udara panas menggunakan pipa pada masing-masing rak. Jumlah rak sebagai tempat untuk mengeringkan bahan dibuat sebanyak 3 buah, sehingga terdapat 3 buah saluran pengarah udara panas. Aliran udara panas disalurkan menggunakan 1 buah kipas pada saluran utama, 1 buah kipas pada saluran buang dan 10 buah kipas kecil pada masing-masing saluran pengarah udara panas, sehingga terdapat total 32 buah kipas, secara detail diperlihatkan pada Gambar 2.



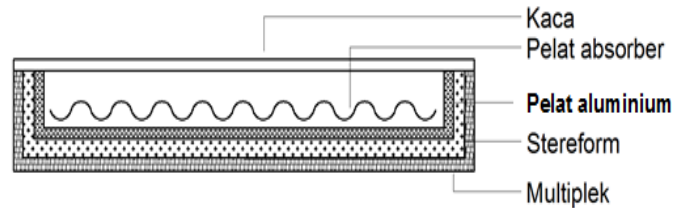
Gambar 2. Alat pengering tampak samping

Keterangan Gambar :

- | | |
|---|---------------------------------------|
| 1. Saluran udara keluar | T1 = temperatur di atas rak 1 |
| 2. Kipas pada saluran buang | T2 = temperatur di atas rak 2 |
| 3. Rak bahan | T3 = temperatur di atas rak 3 |
| 4. Pipa penyalur udara panas | T4 = temperatur di bawah rak 3 |
| 5. Kipas penyalur udara panas | T5 = temperatur dalam perangkap panas |
| 6. Kipas penyalur utama | T6 = temperatur udara luar |
| 7. T1 – T6 = posisi pengukuran temperatur | |

Perangkap panas didesain berdimensi 100 x 150 x 15 cm yang dibuat dari kaca (Gambar 3), pelat aluminium, *styrofoam* dan multiplek. Kaca berfungsi meneruskan radiasi gelombang pendek dan memerangkap gelombang panjang. Pelat aluminium

berfungsi sebagai *absorber* untuk menangkap panas matahari. *Absorber* dicat hitam kusam dengan tujuan untuk mengoptimalkan tangkapan terhadap radiasi matahari. *Styrofoam* dan multiplek berfungsi sebagai dinding berlapis untuk meminimalkan panas keluar dari perangkat panas.



Gambar 3. Desain bentuk perangkat panas

Alat dan Bahan Uji

Alat dan mesin yang digunakan dalam pembuatan pengering tipe ERK ini meliputi mesin las, bor tangan, gerinda, gunting pelat, meteran, dan gergaji besi. Alat-alat yang digunakan dalam uji kinerja pengering meliputi prototipe pengering tipe ERK dengan saluran pengarah udara panas, termokopel, anemometer dan jam digital.

Prosedur Pengujian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mendesain prototipe alat pengering, dilanjutkan dengan membuat dan menentukan prosedur pengujian. Variabel bebas penelitian meliputi kecepatan aliran udara pada kipas utama, kecepatan aliran udara pada kipas saluran pengarah dan kecepatan aliran udara pada kipas saluran buang. Variabel tak bebas penelitian meliputi temperatur udara pada perangkat panas (T5), temperatur udara lingkungan (T6), temperatur udara di atas rak 1 (T1), rak 2 (T2), rak 3 (T3) dan di bawah rak 3 (T4).

Kecepatan aliran fluida pada saluran utama divariasikan menjadi 4 perlakuan yaitu 3,6 m/s, 0,8 m/s, 0,3 m/s dan kondisi tidak mengalir. Kecepatan aliran fluida pada saluran pengarah divariasikan menjadi 2 perlakuan yaitu 4,0 m/s dan kondisi tidak mengalir. Kecepatan aliran udara pada saluran buang divariasikan menjadi 2 perlakuan yaitu 4,7 m/s dan kondisi tidak mengalir. Pengambilan data dimulai dari pukul 08.00 sampai pukul 16.00 dengan selang waktu pengambilan data adalah setiap 60 menit. Pengukuran dilakukan pada 2 kondisi yaitu pada saat pengering tanpa beban dan pengering dengan beban. Beban pengeringan yang digunakan pada penelitian ini adalah padi sebanyak 4 kg untuk setiap rak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Pengering

Rangka ruang pengering dan perangkat panas dibuat dari potongan besi siku 3 x 3 cm yang disambung dengan cara dilas. Pasang multi plek dan *styrofoam* sesuai ukuran pada rangka perangkat panas. Tekuk pelat aluminium sehingga membentuk gelombang kemudian cat dengan warna hitam dan pasang diatas *Styrofoam* pada perangkat panas. Pasang kaca bening dan tempatkan di atas perangkat panas.

Ruang pengering dilengkapi dengan saluran utama udara panas yang terbuat dari pelat besi. Pasang motor penggerak dan kipas pada saluran utama. Kipas ini berfungsi menyalurkan udara panas dari perangkat panas menuju ruang pengering. Pasang *seal*

perapat pada bagian sudut ruang pengering, kemudian tambahkan *styrofoam* pada bagian dalam ruang pengering. Saluran buang udara panas pada ruang pengering dibuat dari pelat besidandipasang pada bagian atas ruang pengering. Pada saluran buang udara panas juga dipasang motor penggerak dan kipas.



Gambar 4. Ruang pengering dan perangkat panas

Rak pengering dibuat dari *wiremesh* dan potongan multiplek sebanyak 3 buah. Pipa penyalur udara panas dibuat dari pipa 3 inch dan dipasang pada setiap rak. Kipas DC dipasang pada saluran pengarah di setiap rak sebanyak 10 buah yang ditempatkan disebelah kiri dan kanan, sehingga total diperlukan 30 buah kipas DC untuk 3 rak pengering. Langkah terakhir adalah memasang rangkaian kelistrikan pada sistem pengering agar sistem pengeringan dapat berfungsi sesuai yang diinginkan.



Gambar 5. Pembuatan saluran utama dan saluran buang.

Cara Kerja Aliran Udara

Udara panas pada pengering dialirkan dari perangkat panas menuju ruang pengering menggunakan bantuan kipas. Kipas utama merupakan kipas yang digunakan untuk menghisap udara panas dari perangkat panas dan menyalurkan udara panas menuju bagian bawah rak 3. Udara panas yang terdapat di bawah rak 3 akan dibagi ke masing-masing rak dengan bantuan kipas pengarah yang terdapat pada setiap rak. Udara yang telah digunakan untuk mengeringkan produk akan dibuang oleh kipas pada saluran buang sehingga udara dalam pengering akan mengalami sirkulasi.

Kipas yang berada pada pengering dioperasikan menggunakan tegangan 12 volt yang berasal dari *power supply*. Setiap kipas dilengkapi pengatur kecepatan motor yang berfungsi mengatur kecepatan putar kipas agar kecepatan aliran udara bisa diatur. Pengaturan kecepatan kipas dilakukan dengan mengubah tegangan yang masuk pada motor dengan memutar potensiometer yang berada pada pengatur kecepatan motor. Tegangan

yang masuk akan dibaca oleh *voltmeter*, kemudian tegangan tersebut akan dikonversi menjadi kecepatan aliran udara.

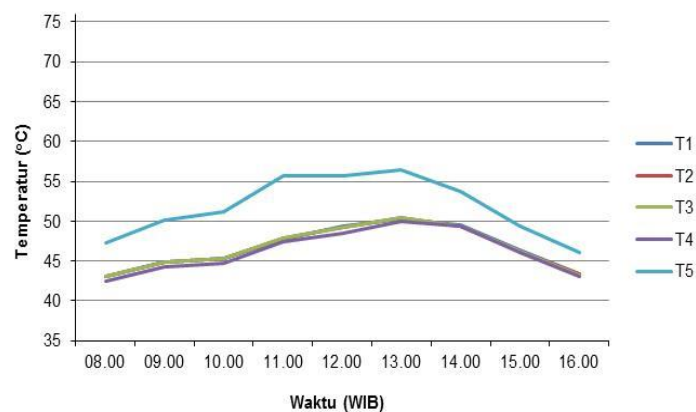


Gambar 6. Pengering hasil rancang bangun

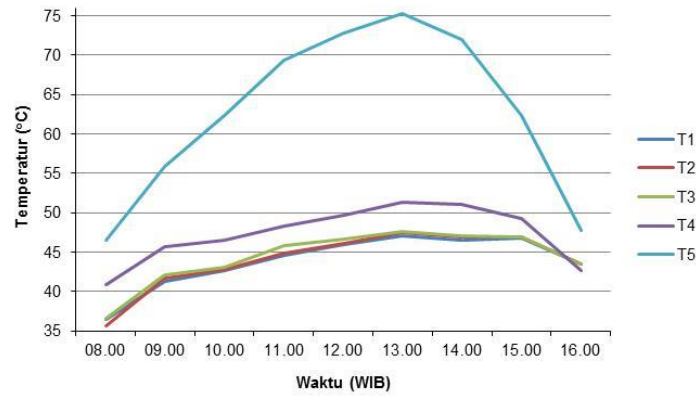
Kalibrasi pengering dilakukan untuk menstandarkan nilai-nilai pada variabel yang digunakan. Komponen yang dikalibrasi adalah kipas pada saluran utama, kipas pada saluran pengarah dan kipas pada saluran buang. Kalibrasi dilakukan dengan cara menyeting dan menentukan tegangan listrik yang disalurkan pada masing-masing kipas untuk mendapatkan kecepatan putar kipas yang berbeda-beda. Kecepatan aliran udara yang keluar dari masing-masing kipas selanjutnya diukur menggunakan anemometer.

Pengujian Pengering

Pengering tipe efek rumah kaca dengan pengarah udara panas hasil rancang bangun dapat berfungsi dengan baik dalam mendistribusikan udara panas dari perangkat panas menuju ruang pengering. Pengujian pengering tanpa beban menunjukkan bahwa distribusi udara panas dalam ruang pengering sangat seragam. Perbedaan temperatur terbesar dalam ruang pengering adalah antara temperatur di atas rak 1 dan di bawah rak 3 yaitu sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$. Distribusi temperatur yang seragam dalam ruang pengering disebabkan udara panas dari perangkat panas mengalir dengan lancar tanpa terhalang beban pengeringan.



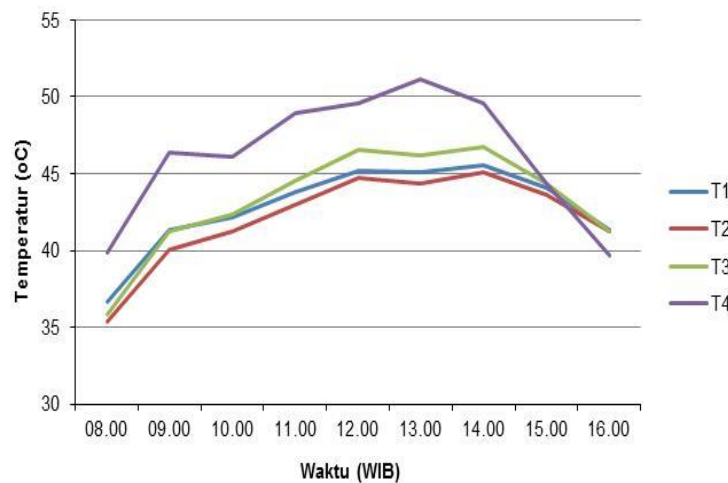
Gambar 7. Grafik sebaran suhu setiap rak pada ruang pengering tanpa beban pengeringan



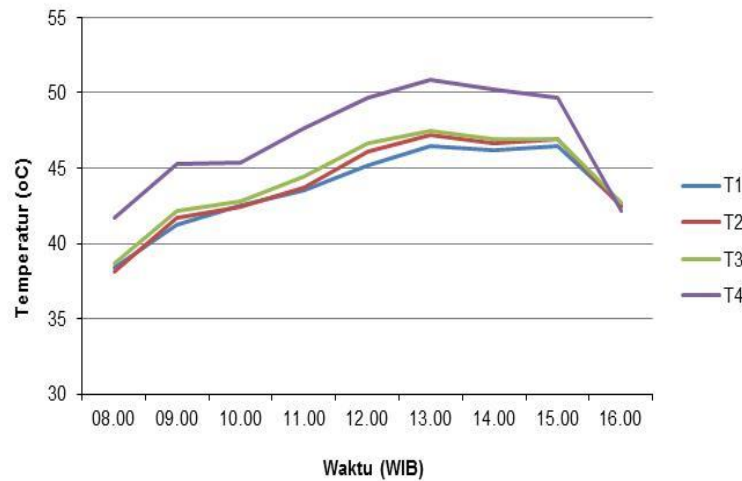
Gambar 8. Grafik sebaran suhu setiap rak pada ruang pengering dengan beban pengeringan

Pengujian pengering dengan beban menunjukkan terdapat sedikit fluktuasi temperatur dalam ruang pengering. Terdapat penurunan rata-rata temperatur dalam ruang pengering sebesar $1,6^{\circ}\text{C}$ dibanding ruang pengering tanpa beban. Hal ini disebabkan panas dari udara yang mengalir diserap oleh beban pengeringan. Rata-rata temperatur tertinggi dalam ruang pengering terdapat di bawah rak 3 yaitu sebesar $47,3^{\circ}\text{C}$. Perbedaan temperatur terbesar dalam ruang pengering terdapat diantara temperatur di atas rak 1 dan di bawah rak 3 yaitu sebesar $3,4^{\circ}\text{C}$. Tingginya temperatur udara di bawah rak 3 disebabkan udara panas tidak dapat melewati celah-celah bahan pertanian sebagai beban pengeringan pada alat. Selain itu, debit udara panas pada saluran pengarah yang kurang juga menyebabkan tidak terdistribusinya udara panas dalam ruang pengering dengan seragam.

Pengujian pengering dengan pengaturan kipas pengarah menunjukkan rata-rata distribusi temperatur dalam ruang pengering pada kondisi kipas pengarah hidup lebih seragam daripada kondisi kipas pengarah mati dan dapat meningkatkan rata-rata temperatur pada ruang pengering. Penyimpangan temperatur terbesar pada kondisi kipas pengarah hidup adalah sebesar $3,3^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada kondisi kipas pengarah mati adalah sebesar $4,1^{\circ}\text{C}$. Dengan adanya pengarah udara panas, distribusi udara panas menjadi lebih seragam di setiap rak dan konsentrasi udara panas yang terdapat di bawah rak 3 dapat dikurangi.

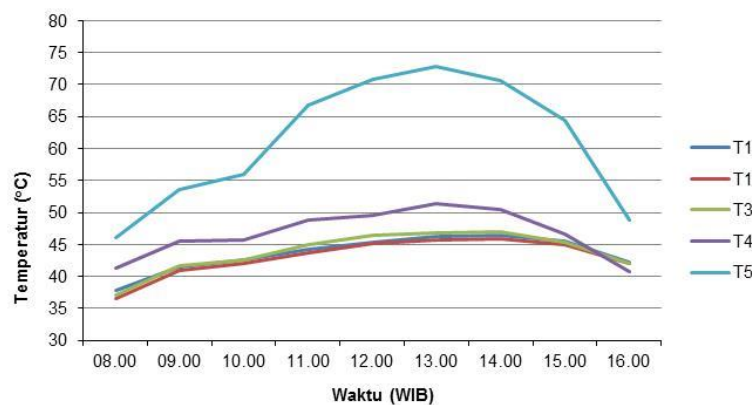


Gambar 9. Grafik sebaran suhu setiap rak pada ruang pengering saat kipas pengarah mati

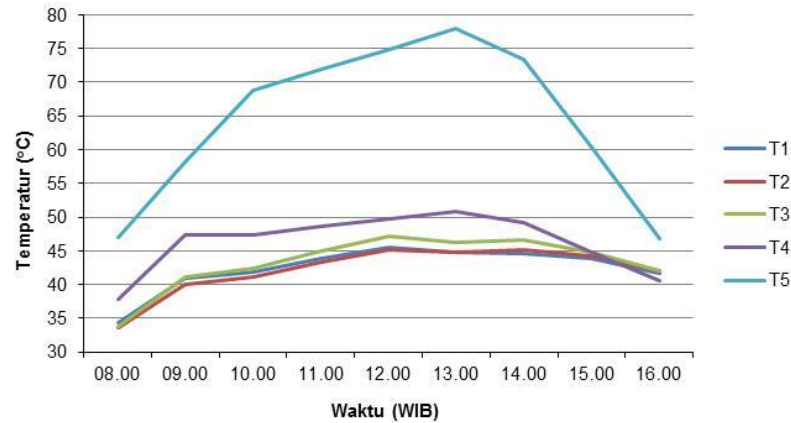


Gambar 10. Grafik sebaran suhu setiap rak pada ruang pengering saat kipas pengarah hidup

Pengujian dengan pengaturan kipas pada saluran buang menunjukkan bahwa rata-rata distribusi temperatur dalam ruang pengering dengan kondisi kipas pada saluran buang hidup lebih seragam daripada kondisi kipas pada saluran buang mati. Penyimpangan temperatur terbesar pada kondisi kipas pada saluran buang hidup adalah sebesar $3,7^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada kondisi kipas pada saluran buang mati adalah sebesar $4,0^{\circ}\text{C}$. Kondisi kipas hidup pada saluran keluar juga dapat meningkatkan rata-rata temperatur dalam ruang pengering sebesar $1,3^{\circ}\text{C}$ dibanding kondisi kipas pada saluran keluar mati. Kipas pada saluran buang dapat membantu sirkulasi udara panas mengalir dari bagian bawah menuju bagian atas ruang pengeringan dan dapat meningkatkan keseragaman distribusi suhu pada ruang pengering.



Gambar 11. Grafik sebaran suhu setiap rak pada ruang pengering saat kipas saluranbuang hidup



Gambar 12. Grafik sebaran suhu setiap rak pada ruang pengering saat kipas saluran buang mati

KESIMPULAN

1. Pengering tipe efek rumah kaca dengan pengarah udara panas hasil rancang bangun dapat berfungsi dengan baik dalam mendistribusikan udara panas dari perangkat panas menuju ruang pengering.
2. Pengujian pengering tanpa beban menunjukkan distribusi udara panas dalam ruang pengering sangat seragam dengan perbedaan temperatur terbesar dalam ruang pengering adalah antara temperatur di atas rak 1 dan di bawah rak 3 yaitu sebesar $0,5^{\circ}\text{C}$.
3. Pengujian pengering dengan beban menunjukkan terdapat sedikit fluktuasi temperatur dalam ruang pengering dengan perbedaan temperatur terbesar dalam ruang pengering terdapat diantara temperatur di atas rak 1 dan di bawah rak 3 yaitu sebesar $3,4^{\circ}\text{C}$.
4. Pengujian pengering dengan kipas pengarah hidup lebih seragam dengan penyimpangan temperatur terbesar adalah $3,3^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada kondisi kipas pengarah mati besar penyimpangan temperatur terbesar adalah $4,1^{\circ}\text{C}$.
5. Pengujian dengan kipas pada saluran buang hidup lebih seragam dimanapenyimpangan temperatur terbesar adalah $3,7^{\circ}\text{C}$ sedangkan pada kondisi kipas pada saluran buang mati besar penyimpangan temperatur terbesar adalah $4,0^{\circ}\text{C}$.

Saran

Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan meningkatkan debit aliran udara pada saluran pengarah udara panas, menambah luas bidang perangkat panas dan menambah media penyimpan panas.

DAFTAR PUSTAKA

- Dyah W., Nelwan L.O., Kamaruddin A., dan Indra S., 2003, Analisis Distribusi Suhu dan Kecepatan Aliran Udara Dalam Ruang Pengering Berenergi Surya Menggunakan CFD, *Buletin Keteknikan Pertanian*, Vol. 17 No. 1, Hal. 68-76.
- Juhan N. dan Syarif J., 2012, Optimasi Keceragaman Temperatur dan Karakteristik Perpindahan Panas Pada Ruang Pengering Bertingkat Dengan Saluran Pengarah Sirip Bersudut, *Prosiding Seminar Nasional Yusuf Benseh*.
- Misha S., Sohif M., Mohd H. R., Kamaruzzaman S., Elias S., 2013, The Prediction of Drying Uniformity in Tray Dryer System using CFD Simulation, *International Journal of Machine Learning and Computing* 3(5):419-423
- Nafis S., Suntoro D., Firmansyah A.I., 2015, Analisis Aliran Fluida Alat Pengering Produk Pertanian Memanfaatkan Panas Buang Tungku Boiler PLT-Biomassa, *Jurnal Ketenaga listrik dan Energi Terbarukan*, Vol. 14 No. 1 Hal. 55 – 70
- Prasad, J., Vijay, VK, Tiwari, GN, Sorayan, VPS. 2006. Study on performance evaluation of hybrid drier for tumeric (*Curcuma longa* L.) drying at village scale. *Journal of Food Engineering*. 75(4):497-502.
- Susilo B. dan Okaryanti R.W., 2012, Studi Sebaran Suhu dan RH Mesin Pengering Hybrid Chip Mocaf, *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 13 No. 2, Hal. 88-96
- Widodo, Puji, 2005, Kajian Pola Sebaran Aliran Udara Panas Pada Model Pengering Efek Rumah Kaca Hibrid Tipe Rak Berputar Menggunakan *Computational Fluid Dynamics*, Tesis, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor